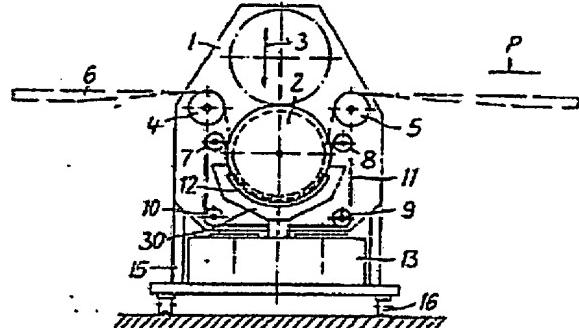


Apparatus for electroplating an electrically conducting product

Patent number: DE3708779
Publication date: 1988-06-01
Inventor: NIEMEYER ROLF (DE)
Applicant: SCHEMPP & DECKER MASCHINENBAU (DE)
Classification:
- **International:** C25D5/02; C25D5/08; C25D5/00; C25D5/02; (IPC1-7): H01H1/02; H01H11/04; H01R13/03; H01R43/16; C25D21/10; C25D7/06; C25D17/00; C25D19/00
- **European:** C25D5/02B; C25D5/08
Application number: DE19873708779 19870318
Priority number(s): DE19873708779 19870318; DE19863639975 19861122

Report a data error here**Abstract of DE3708779**

An apparatus is provided which can be used to partially coat, for example, a metal strip (6). The metal strip (6) is partially situated on the circumference of a wheel (2) which is made of insulating material and is not immersed in the electrolyte. It is partially masked in this area by a strip (11) of insulating material. The electrolyte is sprayed under pressure onto the unmasked areas by means of a spraying device (12) situated outside the electrolyte. The wheel (2) can be moved in the radial direction roughly at right angles to the strip (11) in contact with the metal strip (6).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 3708779 A1

⑯ Int. Cl. 4:

C25D 21/10

C 25 D 7/06

C 25 D 17/00

C 25 D 19/00

// H01R 43/16,

H01H 11/04, 1/02,

H01R 13/03

⑯ Innere Priorität: ⑯ ⑯ ⑯

22.11.86 DE 36 39 975.2

⑯ Anmelder:

Schempp & Decker Maschinenbau GmbH, 1000
Berlin, DE

⑯ Vertreter:

Döring, R., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 3000 Hannover

⑯ Erfinder:

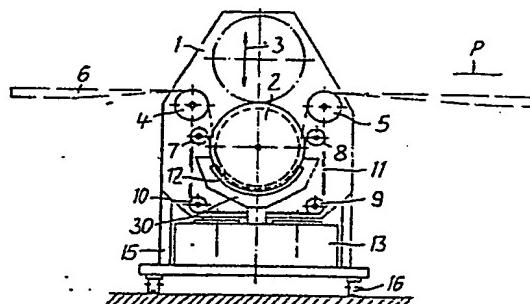
Niemeyer, Rolf, 1000 Berlin, DE

Behördeneigentum

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Vorrichtung zum galvanischen Beschichten eines elektrisch leitenden Gegenstandes

Es wird eine Vorrichtung angegeben, mit der beispielsweise ein Metallband (6) teilweise beschichtet werden kann. Das Metallband (6) liegt teilweise am Umfang eines nicht in den Elektrolyten eintauchenden Rades (2) aus Isoliermaterial an. Es ist in diesem Bereich durch ein Band (11) aus Isoliermaterial teilweise abgedeckt. Der Elektrolyt wird auf die nicht abgedeckten Stellen mittels einer außerhalb des Elektrolyten liegenden Spritzeinrichtung (12) unter Druck aufgespritzt. Das Rad (2) ist etwa rechtwinklig zu dem am Metallband (6) anliegenden Band (11) in radialer Richtung verstellbar.



DE 3708779 A1

DE 3708779 A1

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum galvanischen Beschichten von Teilen eines langgestreckten, in seiner Längsrichtung bewegten elektrisch leitfähigen Gegenstandes, bestehend aus einem drehbar gelagerten Rad aus Kunststoff, an dem der über Führungsrollen geführte leitfähige Gegenstand auf einem Teil der Umfangsfläche feuchtigkeitsdicht anliegt, aus mindestens einem über Umlenkrollen geführten endlosen Band aus Isoliermaterial, das unter Freilassung der zu beschichtenden Teile in gespanntem Zustand dicht an dem leitfähigen Gegenstand anliegt und mit der gleichen Geschwindigkeit wie dieser bewegbar ist aus einem das Beschichtungsmaterial enthaltenden Elektrolytbehälter und aus mindestens einer auf die Bewegungsbahn des leitfähigen Gegenstandes gerichteten Spritzdüse dadurch gekennzeichnet,

5

10

20

— daß in dem Bereich, in dem der leitfähige Gegenstand an der Umfangsfläche des nicht in den Elektrolyten eintauchenden Rades (2) anliegt, eine mit dem Elektrolytbehälter in Verbindung stehende, außerhalb des Elektrolyten liegende Spritzeinrichtung (12) mit mindestens einer in Richtung des leitfähigen Gegenstandes weisenden Öffnung, aus welcher der Elektrolyt unter Druck austritt, angebracht ist und
 — daß das Rad (2) etwa rechtwinklig zu dem am leitfähigen Gegenstand anliegenden Teil des Bandes (11) aus Isoliermaterial in radialer Richtung verstellbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Umfang des Rades (2) eine umlaufende im Querschnitt U-förmige Vertiefung (18) zur Aufnahme des leitfähigen Gegenstandes und des Bandes (11) aus Isoliermaterial angebracht ist die auf beiden Seiten von radial vorstehenden Vorsprüngen (19, 20) begrenzt ist.

30

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet daß die freien Enden der Vorsprünge (19, 20) spitz oder als Hohlkehle ausgeführt sind.

35

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite der Vertiefung (18) und damit die Breite des Rades (2) verstellbar ist.

40

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet daß das Rad (2) aus mindestens zwei Scheiben (17) bzw. Scheibenringen aufgebaut ist.

50

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet daß die Spritzeinrichtung (12) in Richtung des Umfanges des Rades (2) gebogen verlaufend ausgeführt ist, mit einem etwa dem Radius des Rades (2) entsprechenden Krümmungsradius.

60

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Spritzeinrichtung (12) in die Vertiefung (18) am Umfang des Rades (2) hineinragt.

65

8. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß auf einer Seite des Rades (2) ein umlaufender, radial vorstehender Ansatz (24) angebracht ist und daß die auf der gegenüberliegenden Seite des Rades (2) angeordnete Spritzeinrichtung

(12) mindestens eine in Richtung der Achse des Rades (2) verlaufende Düse (25) aufweist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet daß alle Bauteile derselben wie Rollen Rad und Spritzeinrichtung auf einer gemeinsamen Grundplatte (1) angeordnet sind.

10. Verfahren zum teilweise galvanischen Beschichten eines elektrisch leitfähigen Gegenstandes mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der das Beschichtungsmaterial enthaltende Elektrolyt auf die zu beschichtenden, nicht in den Elektrolyten eintauchenden Teile aufgespritzt wird.

11. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und 9 zum teilweisen Beschichten eines Metallbandes (6).

12. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 sowie 8 und 9 zum Innenbeschichten von an einem Streifen (27) befestigten metallischen Hülsen (23).

2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum galvanischen Beschichten von Teilen eines langgestreckten in seiner Längsrichtung bewegten elektrisch leitfähigen Gegenstandes, bestehend aus einem drehbar gelagerten Rad aus Kunststoff an dem der über Führungsrollen geführte leitfähige Gegenstand auf einem Teil der Umfangsfläche feuchtigkeitsdicht anliegt aus mindestens einem über Umlenkrollen geführten endlosen Band aus Isoliermaterial das unter Freilassung der zu beschichtenden Teile in gespanntem Zustand dicht an dem leitfähigen Gegenstand anliegt und mit der gleichen Geschwindigkeit wie dieser bewegbar ist, aus einem das Beschichtungsmaterial enthaltenden Elektrolytbehälter und aus mindestens einer auf die Bewegungsbahn des leitfähigen Gegenstandes gerichteten Spritzdüse (DE-OS 24 47 091).

Eine derartige Vorrichtung wird beispielsweise zur Herstellung der Kontaktflächen von elektrischen Baulementen benötigt. Der langgestreckte, elektrisch leitfähige Gegenstand kann ein Metallband sein das im kontinuierlichen Durchlauf mit Streifen oder unterbrochenen Mustern beschichtet wird und aus dem entsprechenden Kontaktelemente oder auch Leiterzüge herausgestanzt werden. Bei dem langgestreckten, elektrisch leitfähigen Gegenstand kann es sich aber auch um eine Vielzahl von metallischen Hülsen handeln, die an einem gemeinsamen Band befestigt sind und innen beschichtet werden sollen. Der Einfachheit halber wird im folgenden statt der Worte "langgestreckter elektrisch leitfähiger Gegenstand" das Wort "Metallband" verwendet.

Bei der bekannten Vorrichtung nach der eingangs erwähnten DE-OS 24 47 091 taucht das Rad etwa bis zur Hälfte in den Elektrolyten ein. Die Spritzdüse ist ebenfalls im Elektrolyten angeordnet. An einem Teil der Umfangsfläche des Rades liegt feuchtigkeitsdicht ein zu beschichtendes Metallband an das kontinuierlich bewegt und durch mindestens ein Band aus Isoliermaterial zumindest teilweise abgedeckt wird. Bei dieser bekannten Vorrichtung ist das während der Beschichtung sich langsam um seine Achse drehende Rad ständig unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt. Der Elektrolyt ist auf eine Temperatur von etwa 60°C aufgeheizt, während außerhalb des Elektrolyten Raumtemperatur von etwa 20°C herrscht. Die Abmessungen (Durchmesser) des aus Kunststoff bestehenden Rades schwanken

dementsprechend was auch zu Maßschwankungen bzw. Ungenauigkeiten bei den abgeschiedenen Schichten führt. Der Elektrolyt wird außerdem vom sich drehenden Rad mitgeschleppt. Er kann dadurch an dessen Lagerstelle gelangen, die dadurch zerstört werden kann. Weiterhin benötigt die bekannte Vorrichtung wegen des eintauchenden Rades ein relativ großes Volumen für den Elektrolyten. Sie wird dadurch insbesondere dann teuer wenn ein Edelmetall, wie beispielsweise Gold oder Silber, abgeschieden werden soll. Die Wirksamkeit der Spritzdüse ist bei dieser bekannten Vorrichtung stark beeinträchtigt, da dieselbe in dem Elektrolyten angeordnet ist, so daß der aus der Spritzdüse austretende Strahl vom dieselbe umgebenden Elektrolyten gebremst wird. Das Band aus Isoliermaterial wird außerdem mit einer komplizierten Spannvorrichtung gespannt, durch welche das Einführen des Metallbandes bei Inbetriebnahme der Vorrichtung erschwert wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Vorrichtung zum galvanischen Abscheiden von Schichten auf einem in seiner Längsrichtung bewegten, teilweise an einem Rad aus Kunststoff anliegenden Metallband anzugeben, die einfach zu handhaben ist, bei der das Rad keinen großen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist und die mit einem kleinen Elektrolytvolumen auskommt.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs geschilderten Art gemäß der Erfindung dadurch gelöst,

— daß in dem Bereich, in dem das Metallband an der Umfangsfläche des nicht in den Elektrolyten eintauchenden Rades anliegt, eine mit dem Elektrolytbehälter in Verbindung stehende, außerhalb des Elektrolyten liegende Spritzeinrichtung mit mindestens einer in Richtung des Metallbandes weisenden Öffnung, aus welcher der Elektrolyt unter Druck austritt, angebracht ist und

— daß das Rad etwa rechtwinklig zu dem am leitfähigen Gegenstand anliegenden Teil des Bandes aus Isoliermaterial in radialer Richtung verstellbar ist.

Bei dieser Vorrichtung taucht das Rad nicht in den Elektrolyten ein, sondern der Elektrolyt wird mit einer Spritzeinrichtung unter Druck auf die zu beschichtenden Stellen des Metallbandes aufgespritzt. Ein Aus-schleppen von Elektrolyt durch das Rad ist dadurch verhindert, so daß seine Lagerstelle nicht belastet wird. Das Elektrolytvolumen kann aus diesem Grunde klein gehalten werden, so daß die Vorrichtung besonders für die Beschichtung mit Edelmetallen wie Gold und Silber, geeignet ist. Das Rad wird außerdem während des Betriebes keinen unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt, so daß seine Abmessungen während des Betriebes nicht schwanken. Die abzuscheidenden Schichten können daher mit großer Maßgenauigkeit aufgebracht werden. Da der Elektrolyt ständig aus seinem Behälter herausgepumpt wird und nach dem Verlassen der Spritzeinrichtung in denselben zurückgelangt findet ständig ein schneller Austausch des Elektrolyten statt, so daß ein guter Stofftransport gewährleistet ist. Durch den unter Druck unbehindert auf die zu beschichtenden Stellen des Metallbandes aufgebrachten Elektrolyten wird außerdem die Diffusionsschicht zerstört, so daß sich eine maximale Stromausbeute ergibt. Durch die radiale Verstellbarkeit des Rades ist außerdem eine einfache Möglichkeit zur Spannung des Bandes aus Isoliermaterial gegeben. Das macht sich insbesondere bei der Inbe-

triebnahme der Vorrichtung vorteilhaft bemerkbar, wenn ein Metallband um das Rad herumgeführt wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung wird ein an seiner Umfangsfläche profiliertes Rad verwendet. Es weist in der Umfangsfläche eine umlaufende, U-förmige Vertiefung auf, in welcher das Metallband und das Band aus Isoliermaterial liegen. Da beide mit großer Maßgenauigkeit hergestellt sind, ergeben sich hier keine Führungsprobleme. Die Spritzeinrichtung wird so nahe an das Metallband herangeführt, daß sie bis in die Vertiefung hineinragt. Dadurch ist eine zusätzliche Sicherheit gegen eine Benetzung der Außenflächen des Rades durch den Elektrolyten gegeben. Die überstehenden Ränder des Rades an beiden Seiten der Vertiefung können spitz oder in Form einer Hohlkehle ausgeführt sein. Es bilden sich an den dadurch spitzen Kanten Tropfnasen, von denen der überschüssige Elektrolyt sich leicht ablöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung nach der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes sind in den Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Gesamtansicht der Vorrichtung nach der Erfindung in schematischer Darstellung.

Fig. 2 eine Draufsicht auf die Spritzeinrichtung.

Fig. 3 und 4 den Randbereich des in der Vorrichtung verwendeten Rades in zwei unterschiedlichen Ausführungsformen in vergrößerter Darstellung.

Fig. 5 einen Abschnitt eines beschichteten Metallbandes.

Fig. 6 eine Anzahl von innen zu beschichtenden, an einem Band befestigten Hülsen.

Die Vorrichtung nach Fig. 1 weist eine Grundplatte 1 auf an der ein aus Kunststoff bestehendes Rad 2 drehbar gelagert ist. Das aus einem temperaturfesten und mechanisch stabilen Kunststoff — beispielsweise PMMA — bestehende Rad 2 ist entsprechend dem Doppelpfeil 3 in radialer Richtung verstellbar. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Rad 2 in der Höhe verstellbar. Für die Verstellung wird vorzugsweise eine Pneumatik eingesetzt, damit im Falle von Undichtigkeiten keine Verschmutzung des Elektrolyten, beispielsweise durch austretende Hydrauliköle, eintreten kann.

An der Grundplatte 1 sind außerdem zwei Führungsrollen 4 und 5 drehbar gelagert, deren Achse parallel zur Achse des Rades 2 verlaufen. Ein teilweise zu beschichtendes Metallband 6 ist zwischen den beiden Führungsrollen 4 und 5 um das Rad 2 herumgeführt, an dessen Umfangsfläche es fest und feuchtigkeitsdicht anliegt. Die Führungsrollen 4 und 5 können auch der Stromzuführung an das Metallband 6 dienen das dadurch als Kathode geschaltet ist. Zu der Vorrichtung gehören weiterhin vier ebenfalls an der Grundplatte 1 angebrachte Umlenkrollen 7 bis 10 um die herum mindestens ein aus Isoliermaterial bestehendes Band 11 als endloses Band herumgeführt ist. Zwischen den Umlenkrollen 7 und 8 liegt das Band 11 ebenfalls fest an der Umfangsfläche des Rades 2 an. Es wird dadurch gegen das Metallband 6 gedrückt. Durch die Anordnung des Rades 2, der Führungsrollen 4 und 5 und der Umlenkrollen 7 bis 10 an der Grundplatte 1 ist sichergestellt, daß alle Achsen dieser Teile parallel zueinander verlaufen. Metallband 6 und Band 11 können daher einwandfrei geführt werden. Dazu kann an allen Rollen und am Rad 2 eine in einer Ebene liegende Kante angebracht werden.

Das abdeckende Band 11 kann aus zwei oder mehr

nebeneinander liegenden Teilbändern (Fig. 3) bestehen, wenn auf dem Metallband 6 durchgehende Streifen abgeschieden werden sollen. Es kann aber auch als einteiliges Band mit voneinander getrennten Durchbrechungen versehen sein welche die Oberfläche des Metallbands 6 partiell zur Beschichtung freilassen.

In dem Bereich, in dem das Metallband 6 und das abdeckende Band 11 am Rad 2 anliegen ist eine Spritzeinrichtung 12 an der Grundplatte 1 befestigt die mit einem Elektrolytbehälter 13 über ein nicht dargestelltes Pumpensystem in Verbindung steht. In der Spritzeinrichtung 12 ist mindestens eine nicht dargestellte Anode angebracht. Die Spritzeinrichtung 12 ist vorzugsweise mit einem Krümmungsradius gebogen der dem Radius des Rades 2 entspricht. Sie weist mindestens eine in Richtung des Rades 2 weisende Öffnung 14 auf, aus welcher der das Beschichtungsmaterial enthaltende Elektrolyt unter Druck austreten kann. Die Spritzeinrichtung 12 ist von einer Wanne 30 umgeben, durch welche überschüssiger Elektrolyt aufgefangen und in den Behälter 13 zurückgeführt wird.

Die Grundplatte 1 und der Elektrolytbehälter 13 können auf einem Gestell 15 angeordnet sein, das vorzugsweise mit Rollen 16 ausgerüstet und dadurch leicht als auswechselbare Einheit an jeden beliebigen Einsatzort transportiert werden kann. Auf dem Gestell können auch die für eine galvanische Anlage sonst noch benötigten peripheren Systeme wie Gleichrichter, Pumpen, Verstellorgane und Dosiereinrichtung angebracht sein.

Für die Inbetriebnahme der Vorrichtung wird das Rad 2 in die in Fig. 1 strichpunktiert eingezeichnete Position gebracht. Das abdeckende Band 11 ist dabei entspannt. Das zu beschichtende Metallband 6 kann jetzt sehr einfach in die Vorrichtung eingelegt werden. Es wird dazu auf die beiden Führungsrollen 4 und 5 aufgelegt und mit seinem freien Ende an einen Abzug angelassen. Danach wird das Rad 2 nach unten bewegt und in die in Fig. 1 eingezeichnete Position gebracht. Es nimmt dabei das Metallband 6 mit und drückt dasselbe sowie das Band 11 fest an seine Umfangsfläche an. Das Band 11 wird auf diese Weise sehr einfach mit der erforderlichen Kraft gespannt. Ein gesonderter Spannmechanismus ist nicht erforderlich.

Beim Betrieb der Vorrichtung wird das Metallband 6 von einer nicht dargestellten Vorratsspule beispielsweise in Richtung des Pfeiles P oder auch in entgegengesetzter Richtung abgezogen. Es liegt dabei beispielsweise zwischen den beiden Führungsrollen 4 und 5 an elektrischer Spannung. Im Bereich der Spritzeinrichtung 12 wird das Metallband 6 an den nicht durch das Band 11 abgedeckten Stellen beschichtet. Das beschichtete Metallband 6 kann auf eine Spule aufgewickelt oder auch direkt der Weiterbearbeitung zugeführt werden.

Das Rad 2 ist vorzugsweise aus Scheiben 17 aufgebaut so daß es leicht an unterschiedlich breite und unterschiedlich profilierte Metallbänder 6 angepaßt werden kann. In den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 3 und 4 sind jeweils vier Scheiben 17 vorhanden. Statt vollständiger Scheiben 17 können auch Ringscheiben verwendet werden, die in gewünschter Anzahl auf einen zentralen zylindrischen Grundkörper des Rades 2 aufgeschoben werden.

In bevorzugter Ausführungsform weist das Rad 2 in seiner Umfangsfläche eine umlaufende, U-förmige Vertiefung 18 zur Aufnahme und Führung des Metallbands 6 und des Bandes 11 auf. Die Vertiefung 18 wird auf beiden Seiten von Vorsprüngen 19 und 20 begrenzt, die bezogen auf das Rad 2 radial abstehen. Die freien Enden

der Vorsprünge 19 und 20 können spitz zulaufen (19) oder als Hohlkehle (20) ausgeführt sein. Die so geschaffenen spitzen Kanten wirken als Tropfnasen, von denen sich überschüssiger Elektrolyt leicht ablöst. Der Spritzkopf der Spritzeinrichtung 12 wird möglichst dicht an das zu beschichtende Metallband 6 herangeführt. Er ragt vorzugsweise bis in die Vertiefung 18 hinein. Dadurch ist eine zusätzliche Sicherheit dafür gegeben, daß das Rad 2 an seiner Außenseite nicht verschmutzt wird.

Damit das Metallband 6 nicht direkt am Rad 2 anliegt, ist um dasselbe herum vorzugsweise ein aus Isoliermaterial bestehendes Abdeckband 21 angebracht. Die Vorrichtung nach Fig. 3 weist drei Bänder 11 auf zwischen denen Lücken vorhanden sind. Mit dieser Vorrichtung lassen sich daher Streifen 22 (Fig. 5) auf einem Metallband 6 abscheiden.

Das Rad 2 nach Fig. 4 ist so aufgebaut, daß unter Einsatz desselben metallische Hülsen 23 (Fig. 6) innen beschichtet werden können. Es weist auf einer Seite einen radial vorstehenden, als Begrenzung dienenden Ansatz 24 auf, der wiederum spitz zulaufen oder als Hohlkehle enden kann. Die Spritzeinrichtung 12 ist bei dieser Ausführungsform auf der dem Ansatz 24 gegenüber liegenden Seite des Rades 2 angebracht. Sie weist als Öffnung mindestens eine Düse 25 auf, welche parallel zur Achse des Rades 2 verläuft und möglichst nah bis an die zu beschichtenden Hülsen 23 herangeführt ist. Das Rad 2 ist mit einem axialen Vorsprung 26 ausgerüstet, welcher die Düse 25 weitgehend abdeckt und dadurch verhindert, daß aus der Düse 25 austretender Elektrolyt an die Außenseite des Rades 2 gelangt.

Die Hülsen 23 sind an einem Streifen 27 befestigt. Die Einheit aus Streifen 27 und Hülsen 23 ist an der Umfangsfläche des Rades 2 zwischen zwei entsprechend profilierten Bändern 28 und 29 angeordnet. Das Band 29 entspricht dem im vorangehenden geschilderten Band 11. Die Hülsen 23 sind durch die beiden Bänder 28 und 29 von außen abgedeckt. Es werden daher mit entsprechend niedrigem Materialverbrauch nur die inneren Oberflächen beschichtet.

1

Fig. 11-13. 1.

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

37 08 779
C 25 D 21/10
18. März 1987
1. Juni 1988

3708779

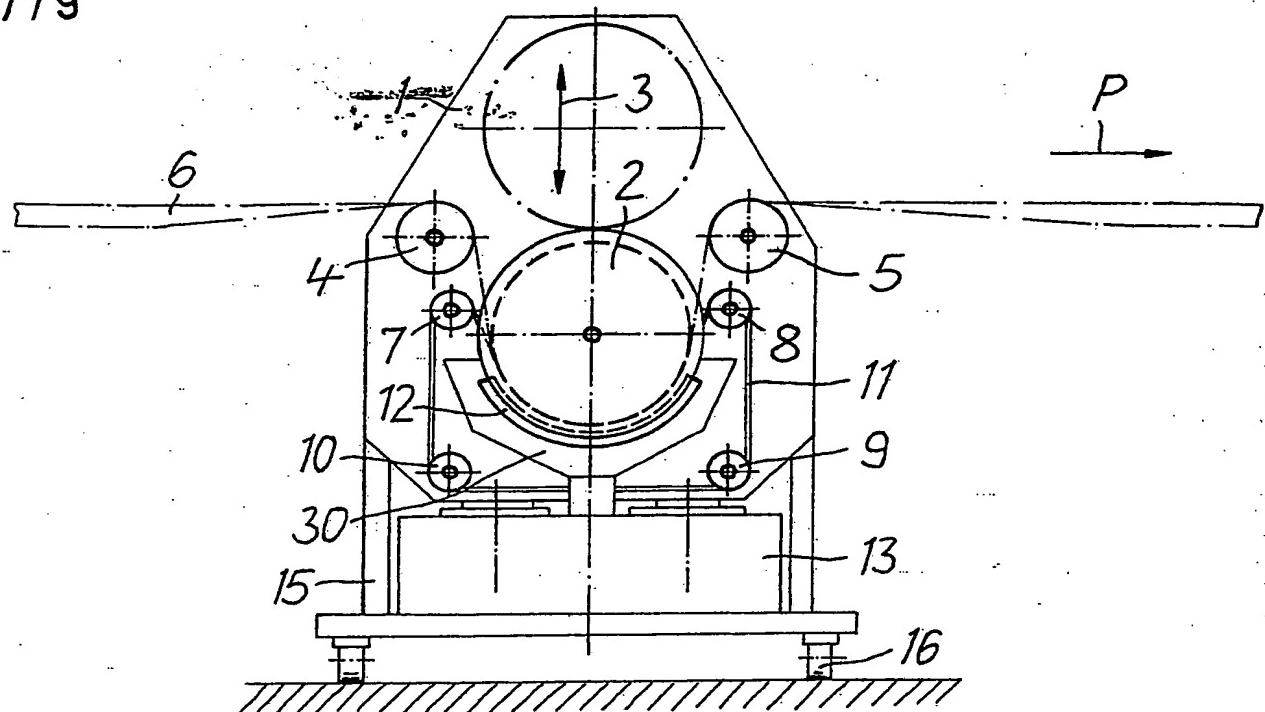


Fig. 1

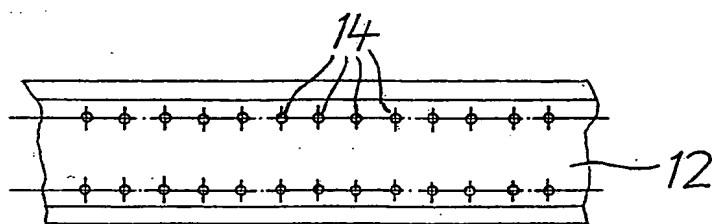


Fig. 2

ORIGINAL INSPECTED

808 822/400

1040

3708779

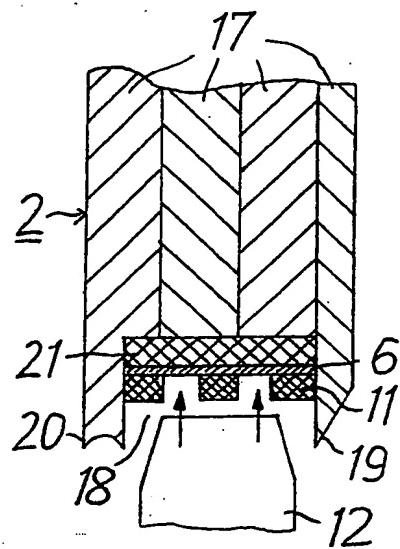


Fig. 3

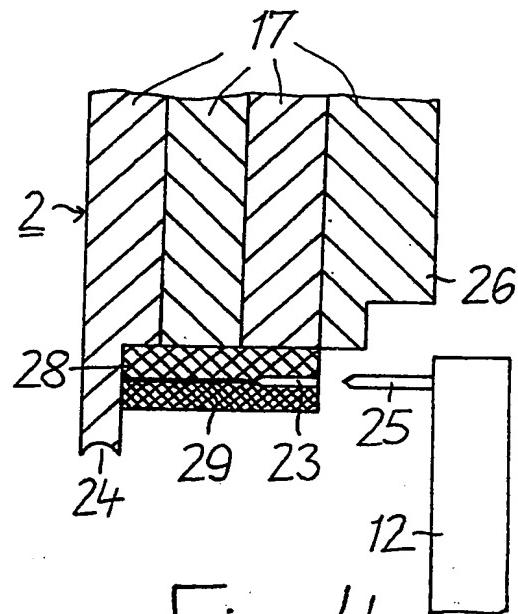


Fig. 4

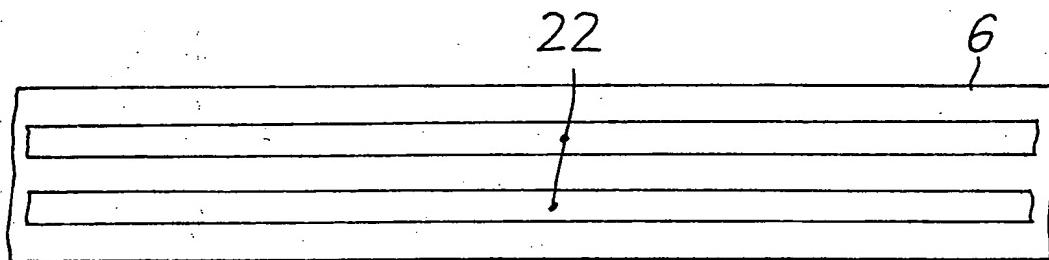


Fig. 5

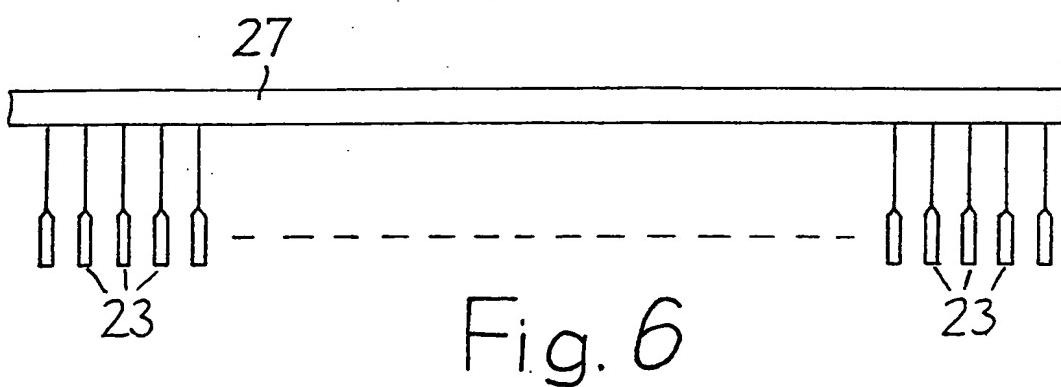


Fig. 6